

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-186117

(43)Date of publication of application : 20.07.1990

(51)Int.Cl. F16C 17/04
F16C 33/14

(21)Application number : 01-001320

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 09.01.1989

(72)Inventor : YOSHITOMI YUJI
OSANAWA TAKASHI
KANBARA HIDEAKI
ARAI KATSUTOSHI
MATSUBAYASHI JUN
SAKAI KAZUO

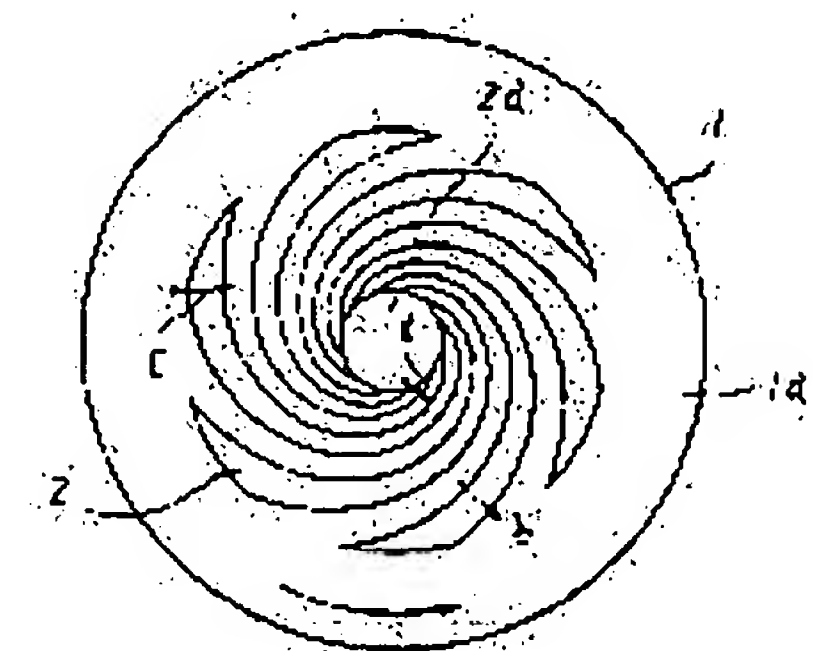
(54) BEARING DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To support large bearing load stably, reduce abrasion loss and aim at cost reduction by forming grooves provided at the surface facing the static member of a rotating member in such a way as to become gradually deeper along the groove edges as well as in the rotating direction.

CONSTITUTION: Spiral dynamic pressure generating grooves 2 are provided at the bearing face 1a of a thrust bearing 1. These dynamic pressure generating grooves 2 are disposed regularly in the same shape, and each groove is formed to have such a rectangular cross section that the groove width (b) becomes continuously smaller in the rotating direction and the groove depth (h) becomes continuously deeper in the rotating direction.

Accordingly, the depth (h) is deeper in the inner peripheral part than in the outer peripheral part, and thereby pumping action is promoted so as to support large bearing load stably, reduce torque loss and abrasion loss on a sliding face by large floatation force and improve productivity.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑫ 公開特許公報(A)

平2-186117

⑮ Int. Cl.⁹F 16 C 17/04
33/14

識別記号

A
Z

庁内整理番号

8207-3J
6814-3J

⑬ 公開 平成2年(1990)7月20日

審査請求 未請求 請求項の数 27 (全16頁)

⑭ 発明の名称 軸受装置とその製法

⑰ 特 願 平1-1320

⑱ 出 願 平1(1989)1月9日

⑲ 発 明 者 吉 富 雄 二 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研
究所内⑲ 発 明 者 長 縄 尚 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研
究所内⑲ 発 明 者 蒲 原 秀 明 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研
究所内⑲ 発 明 者 新 居 勝 敏 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研
究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

明細書の淨番(内容に変更なし)

明 細 書

1. 発明の名称

軸受装置とその製法

2. 特許請求の範囲

1. 回転部材と静止部材とが液体膜を介して対向配置され、この回転部材の該対向面に溝を形成してなる軸受装置において、前記溝は溝線に沿ってかつ該回転部材の回転方向に向かつて次第に深く形成することを特徴とする軸受装置。

2. 回転部材と静止部材とが液体膜を介して対向配置され、この静止部材の該対向面に溝を形成してなる軸受装置において、前記溝は溝線に沿ってかつ該回転部材の回転方向に向かつて次第に浅く形成することを特徴とする軸受装置。

3. 請求項1又は2に記載の軸受装置において、前記溝は浅い部位程断面積が小さく、深い部位程断面積が大であることを特徴とする軸受装置。

4. 請求項1乃至3のいずれかに記載の軸受装置において、溝深さは連続的に変化することを特徴とする軸受装置。

5. 請求項1乃至4のいずれかに記載の軸受装置において、前記回転部材若しくは静止部材はスラスト軸受であることを特徴とする軸受装置。

6. すべり面にスパイラル状の溝を設けた静止部材により、該静止部材のすべり面に対向するように配置した回転部材を、流体膜を介して浮動支持するスラスト軸受において、前記スパイラル状の溝の深さを溝の長さ方向に沿って次第に浅くしたことを特徴とするスラスト軸受。

7. すべり面にスパイラル状の溝を設けた静止部材により、該静止部材のすべり面に対向するように配置した回転部材を、流体膜を介して浮動支持するスラスト軸受において、前記溝深さが前記回転部材の回転方向に対して浅くなるようにしたことを特徴とするスラスト軸受。

8. 請求項6又は7に記載のスラスト軸受において、前記溝は静止部材側に代えて回転部材側に形成し、かつ前記溝深さの傾向を逆にしたことを特徴とするスラスト軸受。

9. 回転部材あるいは該回転部材に対向配置され

る静止部材の少なくともいずれか一方の部材に動圧発生用の溝を形成し、該回転部材と該静止部材との対向面間に流体を介在させ、該回転部材の回転によつて動圧を発生させ、該回転部材を支持する動圧型流体軸受装置において、

前記溝は、前記回転部材と前記静止部材との相対運動方向に対して、進行側が開いており後方にいくに従い狭くなっている増圧用の溝部と、該増圧用の溝部間のうち狭くなっている部分間を連絡する蓄圧用の溝部とで構成し、各溝は溝の長さ方向に深さを変えていることを特徴とする動圧型流体軸受装置。

10. 請求項9記載の動圧型流体軸受装置において、前記動圧発生用の溝は、前記回転部材あるいは前記静止部材の少なくともいずれか一方に前記相対運動方向に複数個形成すると共に、それらの溝の形成ピッチはほぼ等間隔となつてゐることを特徴とする動圧型流体軸受装置。
11. 請求項9又は10記載の動圧型流体軸受装置において、前記動圧発生用の溝は、前記回転部

材を非接触状態となる様に支持する動圧型流体軸受装置において、相対運動する対向面の少なくともいずれか一面に、相対運動方向に対して、進行側が開いており、かつ、後方側が閉じており、さらに後方側に行くに従い相対運動方向からの角度が大きくなる一連の溝ないしは突起部を設け、該溝の深さ若しくは突起部の高さを長さ方向に変化させ、これらを相対運動対向面に複数個並設したことを特徴とする動圧型流体軸受装置。

16. 請求項15記載の動圧型流体軸受装置において、前記一連の溝ないし突起部は、前記相対運動方向に複数個しかもほぼ等間隔に形成していることを特徴とする動圧型流体軸受装置。
17. 請求項15又は16記載の動圧型流体軸受装置において、前記一連の溝ないし突起部は、前記相対運動方向と直交する方向に複数組形成していることを特徴とする動圧型流体軸受装置。
18. 請求項15記載の動圧型流体軸受装置において、前記一連の溝ないし突起部の前記角度が大

きく部分あるいは前記静止部材の少なくともいずれか一方に前記相対運動方向と直交する方向に複数組形成していることを特徴とする動圧型流体軸受装置。

12. 請求項9記載の動圧型流体軸受装置において、前記増圧用の溝部間の回転軸方向の最小ピッチ(281)と最大ピッチ(282)との比は、0.3から0.8の間となつてゐることを特徴とする動圧型流体軸受装置。
13. 請求項9記載の動圧型流体軸受装置において、前記流体は液体又は気体であることを特徴とする動圧型流体軸受装置。
14. 請求項9記載の動圧型流体軸受装置において、前記流体は磁性流体であることを特徴とする動圧型流体軸受装置。
15. 少なくとも二つの相対する面を有し、これらの面を近接して配し、これらの面間に潤滑体を充たし、これらの面の相対運動により潤滑体がこれらの面のすき間に入り込み、もつて圧力を発生し、この圧力により相対運動する対向面同

きくなる部分は、前記相対運動方向と直交するようになつてゐることを特徴とする動圧型流体軸受装置。

19. 請求項15記載の動圧型流体軸受装置において、前記一連の溝ないし突起部における前記角度が大きくなる部分の長さとは前記相対運動方向に対して最も進行側の部分間の間隔との比は、0.3から0.8の間となつてゐることを特徴とする動圧型流体軸受装置。
20. 請求項15記載の動圧型流体軸受装置において、前記潤滑体は液状の潤滑体であることを特徴とする動圧型流体軸受装置。
21. 請求項15記載の動圧型流体軸受装置において、前記潤滑体はガス状の潤滑体であることを特徴とする動圧型流体軸受装置。
22. 請求項15記載の動圧型流体軸受装置において、前記一連の溝ないし突起部の前記角度が大きくなる部分は、前記相対運動方向と略直角な直線状もしくは曲線状部分を含むことを特徴とする動圧型流体軸受装置。

23. 多面鏡を有する回転部と、この回転部を支える固定部とを有し、該回転部の多面鏡によりレーザー光を反射させて感光ドラム上に記録を行う装置に用いられる動圧流体軸受装置において、前記回転部と対向する前記固定部の面に動圧発生用の溝を形成し、該回転部と該固定部との間の対向面間に流体を介在させ、前記回転部の回転により動圧を発生させて前記回転部を支持し、前記動圧発生用の溝は、前記回転部の回転による前記回転部と前記固定部との相対運動方向に対して、進行側が開いており後方にいくに従い狭くなっている2つの溝部と、該溝部の狭くなっている部分間を連絡する溝部とで構成し、かつ各溝の深さは溝縁に沿って深さを変えたことを特徴とする動圧型流体軸受装置。

24. 請求項1乃至23に夫々記載の軸受用の溝を、該溝形状を転写した関係になる凸部を有する金型を、前記静止部材若しくは回転部材の溝形成面となる加工前の基板に押圧することによって成形することを特徴とする軸受部材の製法。

従来の動圧スラスト軸受は、日本機械学会誌第89巻、第812号(昭和61年)第58頁から第63頁に記載のように、すべり面にスパイラル状の動圧発生溝を設けていた。該動圧発生溝は、断面が矩形状であり、すべり面全域において溝深さが均一になっていた。

この他軸受面に工夫を凝らした例としては特開昭52-133451号公報、特開昭61-165018号公報に夫々記載の技術がある。

一方、前記動圧発生溝は、特公昭62-49352号公報に記載のようにフォトエッチング法によって成形していた。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術では、スラスト軸受のすべり面に設けたスパイラル状の動圧発生溝の深さがすべり面全域において均一になっているので、軸の回転にともなう溝のポンプ作用が十分に得られなかった。したがって、前記軸受部で発生する動圧が小さく、大きな支持荷重容量が得られない問題があった。また、軸受部で支持する部材の軸方向浮上

25. 請求項23記載の金型を、縦弾性係数の異なる材料で形成することにより、任意の溝深さの溝を成形することを特徴とする軸受の製法。

26. 請求項23に記載の軸受用金型。

27. 多面鏡を有する回転部と、この回転部を支える固定部とを備え、該回転部の多面鏡によりレーザー光を反射させて感光ドラム上に記録を行う装置において、請求項第1乃至22のいずれか記載の軸受をスラスト軸受に適用し、該スラスト軸受をハウジングに組込み、該スラスト軸受のすべり面にその端面が対向するように軸を配置して、前記スラスト軸受上に前記軸を液体膜を介して浮上支持したことを特徴とするレーザービームプリンタ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、動圧型流体軸受装置に係り、特にレーザービームプリンタの軸受に好適な動圧発生溝付きの軸受装置とその製法に関する。

〔従来の技術〕

量も小さいので、損失トルクが大きくなり、軸受すべり面の摩耗量が大きくなる問題があった。

近年特にレーザービームプリンタにおいては製品の小型化が強く望まれていることからその中心部品となるポリゴンミラー搭載回転体をいかに小型にするかが要望されている。本発明者はこの為には例えばスラスト軸受やシャフトの厚さを薄く(高さを低く)することが解決手段として有力と判断したが、小さな軸受で大きな支持能力(十分な耐高荷重)を期待するには溝形状とその製法の根本から見直す必要があることに気付いた。この課題を解決する有力な手段は本発明以前には見当たらなかった。

一方、前記スラスト軸受の動圧発生溝は、従来フォトエッチング法で成形しており、量産が困難で加工時間が長いことなどの理由から、製造コストが高価になる問題があった。

ところで、磁性流体軸受は軸受端部で磁束密度を高めてシールする構造であるが、従来の実施例においては磁性流体の封入量が適正量よりも多い

と高速回転になるほど磁性流体に作用する遠心力が増加しシール部から飛散する問題があつた。また、適正量封入されていても雑誌月刊トライボロジ(1988年3月号p20)に記載されているように磁性流体の熱膨張率は軸受を構成する部材に比べてはるかに大きく、温度上昇により磁性流体が体積膨張し高速回転領域で飛散することがあつた。さらに、磁性流体の実用上の問題として高温で使用すると劣化する恐れがある。これは前記雑誌トライボロジp15にも指摘されているように、磁性流体はベースオイル中に磁性粉を界面活性剤で処理して浮遊させたものであるが、高温にさらすと界面活性剤の離脱により磁性粉が凝集して分散性が損われることがある。特にすべり軸受の場合は磁性流体シールと異り、摺動面には荷重が負荷され潤滑膜に作用する粘性せん断応力が大きくなる。その上、せん断速度が大きくなつて粘性発熱の密度が増大すると界面活性剤の離脱により性能劣化を起すことがあつた。したがつて、高速条件下で磁性流体をシールや潤滑流体に用いる

場合は熱的な配慮が必要である。

本発明の目的は、軸受部において大きな動圧を発生させる溝をすべり面に設け、かつ該動圧発生溝を量産が容易で、加工時間が短い方法で加工することにより、上記した従来技術の問題点を解決した軸受装置を提供することにある。

また本発明の目的は、軸受支持荷重が大きく、振動の少ない安定した支持を実現することのできる動圧型流体軸受装置を提供することにある。

(課題を解決するための手段)

上記目的は、軸受のすべり面に設ける動圧発生溝の深さを、軸の回転方向及び中心方向に対して変化させることにより達成される。

また、上記動圧発生溝は、該形状を反転した関係にある凸部を有する金型を、軸受のすべり面に押し付ける圧印加工で成形する。これにより、軸受の量産加工が達成される。

本発明の軸受装置の特徴は簡潔に言えば上記の通りであるが、構成上は更に次のいずれかの特徴点を有する。

- (1) 回転部材と静止部材とが液体膜を介して対向配置され、この回転部材の該対向面に溝を形成してなる軸受装置において、前記溝は溝線に沿つてかつ該回転部材の回転方向に向かつて次第に深く形成する。
- (2) 回転部材と静止部材とが液体膜を介して対向配置され、この静止部材の該対向面に溝を形成してなる軸受装置において、前記溝は溝線に沿つてかつ該回転部材の回転方向に向かつて次第に浅く形成する。
- (3) 上記(1)又は(2)の軸受装置において、前記溝は浅い部位程断面積が小さく、深い部位程断面積が大である。尚、断面積とは溝の巾方向の断面積のことである。
- (4) 上記(1)乃至(3)のいずれかに記載の軸受装置において、溝深さは連続的に変化する。
- (5) 上記(1)乃至(4)のいずれかに記載の軸受装置において、前記回転部材若しくは静止部材はスラスト軸受である。
- (6) すべり面にスパイラル状の溝を設けた静止部

材により、該静止部材のすべり面に対向するように配置した回転部材を、流体膜を介して浮動支持するスラスト軸受において、前記スパイラル状の溝の深さを溝の長さ方向に沿つて次第に浅くする。

- (7) すべり面にスパイラル状の溝を設けた静止部材により、該静止部材のすべり面に対向するように配置した回転部材を、流体膜を介して浮動支持するスラスト軸受において、前記溝深さが前記回転部材の回転方向に対して浅くなるようにする。
- (8) 上記(6)又は(7)記載のスラスト軸受装置において、前記溝は静止部材側に代えて回転部材側に形成し、かつ前記溝深さの傾向を逆にする。
- (9) 回転部材あるいは該回転部材に対向配置される静止部材の少なくともいずれか一方の部材に動圧発生用の溝を形成し、該回転部材と該静止部材との対向面間に流体を介在させ、該回転部材の回転によつて動圧を発生させ、該回転部材を支持する動圧型流体軸受装置において、前記

溝は、前記回転部材と前記静止部材との相対運動方向に対して、進行側が開いており後方に行くに従い狭くなっている増圧用の溝部と、該増圧用の溝部間のうち狭くなっている部分間を連絡する蓄圧用の溝部とで構成し、各溝は溝の長さ方向に深さを変えている。

(10) 上記(9)記載の動圧型流体軸受装置において、前記動圧発生用の溝は、前記回転部材あるいは前記静止部材の少なくともいずれか一方に前記相対運動方向に複数個形成すると共に、それらの溝の形成ピッチはほぼ等間隔となっている。

(11) 上記(9)又は(10)記載の動圧型流体軸受装置において、前記動圧発生用の溝は、前記回転部材あるいは前記静止部材の少なくともいずれか一方に前記相対運動方向と直交する方向に複数組形成している。

(12) 上記(9)記載の動圧型流体軸受装置において、前記増圧用の溝部間の回転軸方向の最小ピッチ(2 ϕ_1)と最大ピッチ(2 ϕ_2)との比は、0.3から0.8の間となっている。

向に複数個しかもほぼ等間隔に形成している。

(17) 上記(15)又は(16)記載の動圧型流体軸受装置において、前記一連の溝ないし突起部は、前記相対運動方向と直交する方向に複数組形成している。

(18) 上記(15)記載の動圧型流体軸受装置において、前記一連の溝ないし突起部の前記角度が大きくなる部分は、前記相対運動方向と直交するようになっている。

(19) 上記(15)記載の動圧型流体軸受装置において、前記一連の溝ないし突起部における前記角度が大きくなる部分の長さとは前記相対運動方向に対して最も進行側の部分間の間隔との比は、0.3から0.8の間となっている。

(20) 上記(15)記載の動圧型流体軸受装置において、前記潤滑体は液体である。

(21) 上記(15)記載の動圧型流体軸受装置において、前記潤滑体はガス状の潤滑体である。

(22) 上記(15)記載の動圧型流体軸受装置において、前記一連の溝ないし突起部の前記角度が大きくなる

(13) 上記(9)記載の動圧型流体軸受装置において、前記流体は液体である。

(14) 上記(9)記載の動圧型流体軸受装置において、前記流体は気体である。

(15) 少なくとも二つの相対する面を有し、これらの面を近接して配し、これらの面間に潤滑体を充たし、これらの面の相対運動により潤滑体がこれらの面のすき間に入り込み、もって圧力を発生し、この圧力により相対運動する対向面同志を非接触状態となる様に支持する動圧型流体軸受装置において、相対運動する対向面の少なくともいずれか一面に、相対運動方向に対して、進行側が開いており、かつ、後方側が閉じており、さらに後方側に行くに従い相対運動方向からの角度が大きくなる一連の溝ないし突起部を設け、該溝の深さ若しくは突起部の高さを長さ方向に変化させ、これらを相対運動対向面に複数個並設する。

(16) 上記(15)記載の動圧型流体軸受装置において、前記一連の溝ないし突起部は、前記相対運動方

なる部分は、前記相対運動方向と略直角な直線状もしくは曲線状部分を含む。

(23) 多面鏡を有する回転部と、この回転部を支える固定部とを有し、該回転部の多面鏡によりレーザ光を反射させて感光ドラム上に記録を行う装置に用いられる動圧型流体軸受装置において、前記回転部と対向する前記固定部の面に動圧発生用の溝を形成し、該回転部と該固定部との間の対向面間に流体を介在させ、前記回転部の回転により動圧を発生させて前記回転部を支持し、前記動圧発生用の溝は、前記回転部の回転による前記回転部と前記固定部との相対運動方向に対して、進行側が開いており後方に行くに従い狭くなっている2つの溝部と、該溝部の狭くなっている部分間を連絡する溝部とで構成し、かつ各溝の深さは溝線に沿って深さを変えたことを特徴とする動圧型流体軸受装置。

さて、以上の本発明の軸受装置において「溝の長さ方法」或いは「溝線に沿う」の意味は後述の実施例記述のように夫々一本の溝について観察し

た際の溝の線に沿った長さ方向のことである。従つて各溝の断面を切つた際の溝底面が傾斜しているだけで長さ方向に変化のないものは本発明の対象外となる。

本発明の上記溝はすべり面（対向面）の実質全面に均等に形成することが好ましいが、このような溝形状のものを深さに変化のない溝と組み合わせてもよく、また溝の深さは連続的変化に限らず段階的でも差し支えない。

上記各軸受用の溝の製法は、該溝形状を転写した関係になる凸部を有する金型を、前記静止部材若しくは回転部材の溝形成面となる加工前の基板に押圧することによる圧印加工によつて成形することが、最も好ましい。またこれに用いる上記金型は、縦弾性係数の異なる材料で形成することにより、任意の溝深さの溝を成形することが好ましい。尚、本発明はこれらの製法に用いる金型にも及ぶ。

更に本発明を適用した製品例としては、多面鏡を有する回転部と、この回転部を支える固定部と

と間隔を隔てて開放端に配置され、潤滑油ないしは磁性流体を磁性流体シールに接触しないよう略ラジアル軸受端まで封入する。また、循環機構に対してはラジアル軸受と回転軸とで構成される軸受すきまと軸受両端部と軸受外周部が連通する磁性流体の通路を軸受ハウジングとで構成して軸の回転を利用して磁性流体を循環させている。さらに、スラスト軸受についても軸の回転を利用して潤滑流体を摺動面中央から外周側へ流出させ、再び外周側の潤滑流体を摺動面中央に戻す循環機構をもたせている。

〔作用〕

スラスト軸受やラジアル軸受も溝が動圧に影響せしめる原理は同様であるため、説明理解の便宜上先ずスラスト軸受を例にとつて説明する。尚、回転か静止（固定）かは相対位置の関係であるからこの関係は逆転させても差し支えない。

スラスト軸受のすべり面に設けたスパイラル状の動圧発生溝の深さを、軸の回転方向並びに中心方向に対して連続的に浅くすると、前記溝の断面

を備え、該回転部の多面鏡によりレーザ光を反射させて感光ドラムに記録を行う装置において、上記(1)乃至(22)のいずれか記載の軸受をスラスト軸受に適用し、該スラスト軸受をハウジングに組み込み、該スラスト軸受のすべり面にその端面が対向するように軸を配置して、前記スラスト軸受上に前記軸を液体膜を介して浮動支持するようにしたものが挙げられる。

本発明の望ましい態様は、磁性流体シールと軸受に間隔を置きその間を空所で吸収させ、磁性流体シール部の磁性流体の量を常に一定に保ち高速回転領域における飛散を防止する。また、磁性流体の粘性せん断による性能劣化に対しては軸の回転を利用した磁性流体の循環機構を軸受装置に新たに構成して防止する。

すなわち、非磁性で有底の軸受ハウジングとこのハウジング内に同軸的に配置された磁性流体シールとラジアル軸受を貫通して延在し、ラジアル軸受ハウジングの端部は閉じ磁性流体シール側は開放されていて、磁性流体シールはラジアル軸受

積は前記方向に対して減少する。従つて、軸と前記スラスト軸受の間に配設した油等の潤滑剤は、軸の回転に伴うポンプ作用が助長させ、大きな圧力を発生して流体膜を形成し、大きな支持荷重容量が得られる。また、同様にして軸受部における支持部材の軸方向浮上量は大きくなるので、損失トルクが小さくなり、軸受すべり面の摩耗量も小さくなる。

更に上記(9)乃至(23)で述べた工夫をするならば、軸受装置の溝あるいは突起部は、回転部材の回転運動により、流体が溝または突起部に沿つて増圧し動圧力を発生する。そして、2つの傾斜溝部間を連絡する溝部あるいは突起部によつて、増圧した流体を保持する。これにより高い軸受支持荷重を得ることができると共に、起動停止時にも回転部材と静止部材との対向面間に流体を侵入させ易くなり接触による不具合がなくなる。

一方、動圧発生溝を、スラスト軸受のすべり面に上記形状の金型を押し付けて成形すれば、前記金型は弾性変形により断面が凹形になる。これに

よつて、前記溝の深さが軸の回転方向並びに中心方向に対して連続的に浅くなるスラスト軸受を容易に加工できる。

本発明の望ましい態様による軸受装置は磁性流体シールとラジアル軸受は空間をもつて隔てられているので、ラジアル軸受側の潤滑流体が温度上昇によつて熱膨張しても圧縮性流体である空気によつて体積膨張分が吸収され、シール部に封入された磁性流体の量はほとんど変化しない。このため、高速回転領域で使用してても従来のような磁性流体の体積膨張による飛散は起こらない。さらに、軸受においては軸受摺動面の磁性流体が軸の回転によつて軸受外に流出し、再び摺動面に流入できるように循環通路を構成している。したがつて、摺動面のせん断速度が増し磁性流体が温度上昇しても軸受外に流出すると軸受ハウジング側に放熱されるので熱的要因による性能劣化は防止される。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面を参照して詳しく

する溝2の部分の巾dは0.2～0.3mmであり、一方、各溝2の最大巾cは1.8mmである。

次に本実施例の作用について説明する。

第3図に示すようにスパイラル状の動圧発生溝2を形成したスラスト軸受1のすべり面1aに、軸3の端面3aが対向するように両者を油等の流体膜4を介して配置する。本例では粘性40ストークス前後の油を用いる。このような状態で軸3をA方向に回転させると、動圧発生溝2に満たされている流体は、前記溝がスパイラル状で、かつ幅が回転方向に対して小さくなっているため、溝のポンプ作用で圧力を発生する。この時、動圧発生溝2の深さも軸の回転方向に対して浅くしているので、前記ポンプ作用は助長され、第3図に併記したように軸の中央部近傍で大きな流体圧が発生する。これにより、スラスト軸受1は大きな支持荷重容量が得られるとともに、軸3等の軸方向浮上量も大きくなる。

また、前記したような溝深さが軸の回転方向に対して連続的に浅くなる動圧発生溝は、第4図に

説明する。

第1図は本発明の実施例に係るスラスト軸受の断面図であり、第2図はその正面図である。該図のように、スラスト軸受1のすべり面1aには、スパイラル状の動圧発生溝2を設けている。動圧発生溝2は、同一形状の多数の溝を規則正しく配置し、各溝の幅bは軸の回転方向Aに対して連続的に小さくなっている。また、第1図に示したように溝の断面は矩形状であり、溝深さhは軸の回転方向Aに対して連続的に浅くなっている。したがつて、スラスト軸受の断面では、第1図に示したように外周部の溝深さより、内周部の方が浅くなる。

本例におけるスラスト軸受1の基体(円板)の厚さは1.8mm、直径は15mmであり、本発明はこのように極薄のスラスト軸受への適用において特に効を奏する。本例の溝2の深さhは最大箇所5μm、最小箇所2μmであり、最小部位は中央のくぼみ部2aに開口する。くぼみ部2aの直径は0.5mmである。このくぼみ部2aに開口

示すようにテーパ状及び第5図に示すようなパターンでも前記スパイラル状の動圧発生溝と同じ作用をする。また、第6図のような溝形状にしても効果的である。第6図のスラスト軸受のすべり面1aに形成された各溝2は、増圧用の2つの部分2A、2Bと回転方向に直交する蓄圧用の溝部2cとで構成されている。このようなスラスト軸受においても、許容軸受支持荷重は増大し、安定した支持を実現できる。

上記したような動圧発生溝は、第7図に示すような方法で容易に形成することができる。該図において、金型5は、スラスト軸受に形成する動圧発生溝を転写したパターンの凸部5aを有している。したがつて、該金型5の凸部5aを前記スラスト軸受1のすべり面1aに押圧して、該すべり面に動圧発生溝2を成形する。なお、前記金型の凸部は全域において均一な高さに加工している。

上記のような状態でスラスト軸受の動圧発生溝を圧印加工した場合、金型の面圧分布は第8図に示すように内周部が外周部より高くなる。これに

ともなつて、金型の弾性変形は、第9図に示すように内周部が外周部より大きくなる。そのため、第1図に示したように軸の回転方向に対して溝深さが連続的に浅くなる動圧発生溝をスラスト軸受に成形できる。

上記のように凸部が全域において均一な高さの金型を用いても、該金型の弾性変形により溝深さが連続的に変化する動圧発生溝を容易に成形することができる。

また、金型の材料として縦弾性係数の異なる種類の材質を選定することにより、前記金型の弾性変形量が異なり、外周部と内周部の溝深さの割合が異なる動圧発生溝を成形することができる。

本実施例では、金型の凸部を全域において均一な高さにしているが、前記凸部の高さを部分的に変えることにより、任意の溝深さの動圧発生溝を成形することができる。

本実施例によれば、動圧発生溝の深さを軸の回転方向に対して浅くなるようにしているのので、前記溝のポンプ作用が助長され、大きな支持荷重容

受を固定部材に適用している。この図において13はモータであり、14はラジアル軸受、15はポリゴンミラー、16はハウジングを示す。すべり面に動圧発生溝を形成したスラスト軸受は、前記すべり面が軸3に対向するようにハウジングに結合されている。このような状態でモータ13の駆動力でポリゴンミラー15を回転させると、該ポリゴンミラーに嵌合されている軸3も回転するから、前記溝加工したスラスト軸受との間に相対的なすべりを生じ、前記動圧発生溝のポンプ作用により流体圧を発生し、ポリゴンミラーを軸方向に浮上支持する。

上記のように本発明を適用したスラスト軸受は、大きな浮上量を得ることができるので、回転負荷トルクの小さいレーザビームプリンタのポリゴンミラーユニットを実現できる。

第12図はレーザビームプリンタのポリゴンミラーの振動状態を示したもので、該図(a)は従来のボールベアリング支持構造、(b)は本発明のスラスト軸受を適用した場合を示している。

量及び軸方向浮上量を得ることができる。また、前記したような動圧発生溝は、該溝形状を転写した凸部を有する金型をスラスト軸受のすべり面に押圧することにより容易に成形できるので、フォトエッチングに比べて加工時間を大幅に短縮できる。さらに本発明のスラスト軸受をレーザビームプリンタの軸受部に用いると、大きな支持荷重容量及び軸方向浮上量を得ることができるので、回転負荷トルクを小さくすることができる。

以上の実施例では溝を形成したスラスト軸受を静止部材としたが対応部材とは相対的な関係で同作用を奏するから固定部材に適用しても差し支えない。

第10図は本発明の適用例となるレーザビームプリンタ構成図であり、7は感光ドラム、8は補正レンズ、9はシリンドリカルレンズ、10はコリメーターレンズ、11は半導体レーザ、12はレーザスキヤナを示す。このレーザスキヤナ12を例示したものが第11図である。

第11図の例では溝加工を施したスラスト軸

受からわかるように本発明のスラスト軸受を適用することにより、各周波数における振動量が大幅に減少する。これにより、感光ドラム上に印字される文字のジッタや面倒れがほとんどなく、レーザビームプリンタの性能が著しく向上する。

第13図に静止部材と回転部材との関係において本発明における溝の形成をどのようにするかを模式的に示す。第13図はスラスト軸受の場合の夫々回転方向による溝深さの関係を示したものである。該図が示すように回転と静止とは相対的な関係である。また本発明において回転方向に向けて浅い(深い)という関係は第13図によつて定義される。

上述した説明では、動圧を発生するための手段として溝の場合を説明したが、本発明はこれに限定されない。溝のかわりに上述した各実施例と同様の形状を有する突起部を設けても良い。この場合、突起部の形成は、どのような加工方法によつても良い。突起部は、やはり傾斜部を必須とし、それらを連絡する連絡突起部を併用してもよい。

この場合は、回転部材の回転により流体は、傾斜部に沿って増圧し、連絡突起部にて蓄圧保持される。従つて、突起部の場合も、溝の場合と同様の作用となり、同様の効果を達成できる。

第14図は本発明による軸受装置の一実施例である。軸受ハウジング14に同軸的に永久磁石3と磁極片4とカバー9と磁性流体12とで構成された磁性流体シール2及び第1のラジアル軸受6と第2のラジアル軸受7とスラスト軸受8が配置され第1のラジアル軸受6の端面bまで潤滑流体（磁性流体や潤滑油などの潤滑剤）11が封入されている。磁性流体シール2は軸受ハウジング14の開放端側に固着され、第1のラジアル軸受6とは間隔をもつて配置されていて、空間eを構成している。また、軸受ハウジング14と第1及び第2のラジアル軸受6、7と回転軸1によつて、潤滑流体の通路a、b、c、dを構成している。スラスト軸受8においては回転軸1の回転によつて形成される潤滑膜によるすきまfと孔9及び10とで潤滑流体が循環できるように構成してい

b側に比べて大きいので軸受すきま^qの軸方向の流れは全体としてbからdの方向となる。このような流れは通路^a、b、c、dを構成したことによつて可能となつたもので、軸受すきま^aで粘性せん断されて発熱した潤滑流体は軸受端面に流出し循環したなら軸受ハウジング14側に放熱されて冷却される。したがつて、本構成では潤滑流体は軸受すきま内で粘性せん断の繰り返しを受けないので磁性流体を用いても磁性粉に処理された界面活性剤が熱的要因で離脱することがない。

第18図はスラスト軸受5の循環流れの説明図である。スラスト軸受5においては摺動面中央部と外周に孔9及び10を設けてあり、軸1の回転により摺動面に潤滑膜fが形成され、図中矢印方向に流出する。全体の流れとしては孔10から9に流れるのでスラスト軸受5においても粘性せん断の繰り返しを受けないのでラジアル軸受と同等の作用効果を奏する。また、スラスト軸受8の場合^hこ^ひのま^ひのような循環流れを持たせることによつて摺動面の潤滑性を良好にする。すなわち、孔

る。第15図は第14図のI-I及びII-II断面を示した図で、上記した回転軸1と軸受ハウジング14とラジアル軸受6、7との関係を示した図で、軸方向の通路は図示の場合は3ヶ所であるが、少なくとも1箇所設けておけばよい。また、この通路cは図示しないが、軸受ハウジング14側に溝等を設けて構成してもよい。

第16図は本発明による軸受装置の循環流れの説明図である。軸1が回転すると潤滑流体は旋回するが、潤滑流体が回転軸1と接する面積は軸受端面b側に比較しd側が広いのでd部の潤滑流体の遠心作用力はb部に比較し大きく、軸受ハウジングの壁面で流れが矢印で示した通路cから端面b方向となる。一方、ラジアル軸受端面では第17図のように、回転軸1はわずかではあるがSだけ偏心して回転しているので、Pを境に軸受すきまの形状が左半分で末広がりと⁷な⁷ていてこの部分から軸方向に潤滑流体が流入する。また、右半分では逆に軸方向に流出する流れとなるが、端面d側の半径方向の作用力は上記したように端面

9がない場合は摺動面に潤滑流体が供給されないので高速回転させると潤滑不良を起こして焼き付きや摩耗を起こす。なお、スラスト軸受の循環通路は第6図に示すように軸受ハウジング14に孔10を設けて構成してもよい。

第20図は本発明による磁性流体シールの構成を示す説明図である。本構成では軸方向に着磁された永久磁石3に磁極片4を密着させて速磁性の回転軸1とで点線で示した磁気回路を作り、磁極片4と回転軸1の間で磁束密度を高め、この部分に磁性流体12を封入して磁性流体シールとして機能させている。また、磁性流体12が仮にシール部から飛散しても軸受ハウジング外に漏れ出ないように非磁性の円板すなわちカバー5を備えている。このカバー5は非磁性にしておくと、磁極片4の内周に捕捉され^て磁性流体12が飛散してもすきま8の部分では磁気回路が構成されない。飛散した磁性流体は再び磁極片4のシール部に捕捉されるので磁性流体シールの再成機能をもたせることができる。とくに、本軸受装置で

は潤滑流体 11 が軸受部の粘性発熱によ^てて熱膨張しても、空間 e を構成しているの^で、体積膨張はこの空間で吸収される。したが^てて、空間 e の内圧は圧縮性の気体とはいえず少しは上昇するが、シール性能に影響するほどの内圧上昇にはならないので従来技術のような磁性流体の飛散はまぬがれる。また、空間 e を構成することによ^てて、潤滑流体 12 として磁性流体や潤滑油が使用できるばかりでなく、潤滑流体 12 の封入量管理をそれほど厳しくしなくても空間 e の許容範囲内で潤滑流体の封入量を調整すればよい。これは、この種の量産モータにおいてはコストメリ^ツットの高い構成である。

第 21 図は磁性流体シールの他の実施例を示した図で、永久磁石 3 を L 型の形状にして磁極片を磁石で兼ねそなえた構成としている。このような構成にしても同等の作用効果を奏し、部品点数削減のメリ^ツットがある。また、第 22 図に示すように駆動モータの場合回転軸 1 にポリゴンミラーやディスク、シリンダー等のロータ 15 が固着され

環作用を高める溝等（図示していない）を設けてもよく、第 9 図に示すように駆動モータをよりコンパクトに構成するためにラジアル軸受 6 一個で回転軸 1 を回転自在に支持しても同等の作用効果を有することはいうまでもない。

このほか、本発明による軸受装置の構成では磁性流体シールに封入する磁性流体を飽和磁性の高い高粘度の磁性流体を使用して軸受部には高粘度の潤滑流体や磁性流体を封入することにより軸受装置の低減を図ると同時にシール性の高い軸受装置が提供できる。

本実施例によれば上記したように磁性流体シールの軸受部を空間 e をおいて構成し、さらに軸の回転を利用した潤滑流体の循環機構を軸受にもたせたので、潤滑流体の熱膨張により磁性流体シール部から磁性流体シールが漏れ出たり、飛散することがなく信頼性の高い軸受装置が提供できる。また、本構成においては軸受部へ封入する潤滑流体の量は上記した空間の構成によ^てて厳しく調整する必要がないので特に量産品に対しては作業性が

て用いられるが、ロータ 15 が回転するとカバー 5 とロータ 15 の間ではフ^リクション作用により矢印方向の風の流れが生じる。このような流れがあると例えばカバー 5 を設けていないと磁性流体 12 が、蒸発しやすい環境に置かれる。したが^てて、カバー 5 と回転軸 1 とのすきま g を極力せまく設定しておく^と磁性流体 12 の蒸発減量を低く抑えることができ、長期使用しても周辺をほとんど油蒸気で汚染することがない。本発明の軸受装置においては、このような点からすきま g を軸受すきまと同等ないしは磁性流体シール部のすきまよりもせまい寸法に^比設定することにより蒸発減量をおさえることができる。また、すきま g を軸受すきまと同等に設定すると軸振動等で軸を摺損させる恐れがあり、回転軸よりもやわらかく潤滑性のある銅合金や高分子材料のテフロンやナイロン等の摺動材料を用いると回転軸の損傷が防止できる。

さらに、本発明による軸受装置は軸の回転軸を利用して潤滑流体を軸受内外周を循環させたことが特徴の一つであるが、軸受ないしは回転軸に循

よくなり製造コストの低減効果が大きい。さらに、磁性流体シールに封入する磁性流体と異なる潤滑流体を軸受部に封入できるので使用条件に合^つた潤滑流体が使用できる。また、潤滑流体の循環機構をもたせているので磁性流体を潤滑流体に用いても磁性流体の熱的要因による性能劣化が防止でき、長寿命の信頼性の高い軸受装置が提供できる。

磁性流体シールにおいては非磁性の円板（カバー）を軸受ハウジングの開放端に設け、この円板回転軸とで構成されるすきまを軸受すきまと同等の寸法に設定できるので軸受装置から磁性流体の蒸発減量が低減でき、磁性流体の長寿命化が図れる。以上の効果により、本発明による軸受装置を、高精度回転やクリーン性が要求されるポリゴンミラー駆動モータや磁気ディスク装置のスピンダル系駆動モータに用いると、長寿命化や信頼性向上及び製造コスト低減が図れる効果も奏する。

〔発明の効果〕

以上詳細に説明したように、本発明によれば、軸受支持荷重が大きく、安定した支持をすること

のできる軸受装置を実現できる。

更に本発明によれば、動圧発生溝のポンプ作用が助長され、大きな支持荷重容量及び軸方向浮上量が得られるスラスト軸受を提供できる。このため、前記軸受のすべり面での損失トルクが少なく、摩耗量も大幅に減少する効果がある。

また、前記動圧発生溝は、塑性加工法で容量に成形できるので、従来のフォトリソグラフィ法に比べて加工時間が短縮され、製造コストも安価になり、量産性が著しく向上する効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係るスラスト軸受の断面図、第2図は第1図のスラスト軸受の正面図、第3図は第1図のスラスト軸受面の圧力分布を示す模式図、第4図、第5図、第6図は夫々本発明の他の実施例に係るスラスト軸受の正面図、第7図は第1図のスラスト軸受の成形法を示す金型込みの断面図、第8図は軸受成形時の金型面圧を示す模式断面図、第9図は同じく弾性変形を示す模式断面図、第10図は本発明のスラスト軸受

を用いたレーザビームプリンタの構成図、第11図は第10図のレーザビームプリンタに組み込むポリゴンミラーユニットの断面図、第12図は本発明のスラスト軸受をレーザビームプリンタに適用した場合のポリゴンミラーの振動状態を示す模式図、第13図は本発明をスラスト軸受に適用した場合の溝の深さ方向を定義する為の軸受平面図、第14図は本発明の一実施例を示す軸受装置の縦断面図、第15図は第14図のI-I及びII-II断面図、第16図は本発明の軸受部の潤滑流体の流れを示す説明図、第17図は回転軸と軸受の関係及び潤滑流体の流れを示す説明図、第18図は本発明のスラスト軸受の構成と潤滑流体の流れを示す説明図、第19図は本発明によるスラスト軸受の一実施例を示す縦断面図、第20図は本発明による磁性流体シールの縦断面図、第21図は本発明による磁性流体シールの一実施例を示す縦断面図、第22図は本発明の他の実施例を示す軸受装置の縦断面図である。

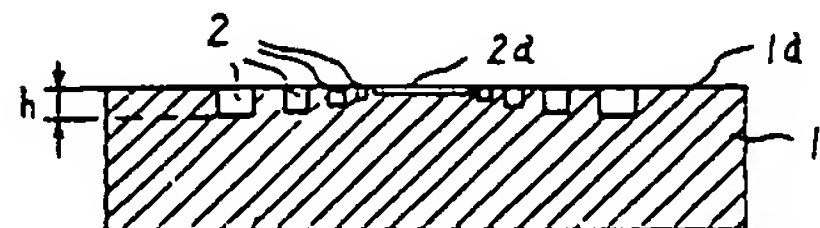
1…スラスト軸受、2…動圧発生溝、3…軸、4

…流体膜、5…金型、7…感光ドラム、12…レーザスキヤナ、13…モータ、15…ポリゴンミラー、16…ハウジング。

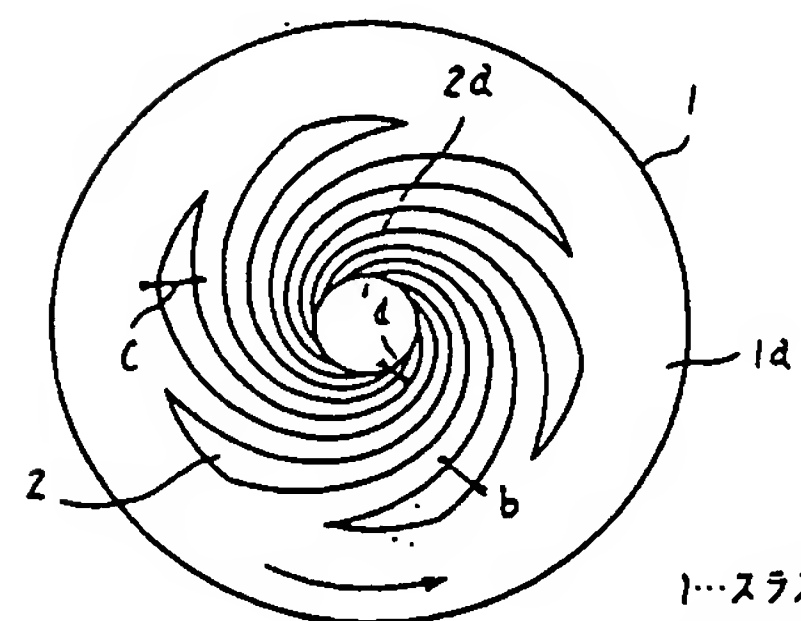
代理人 弁理士 小川勝男



第1図

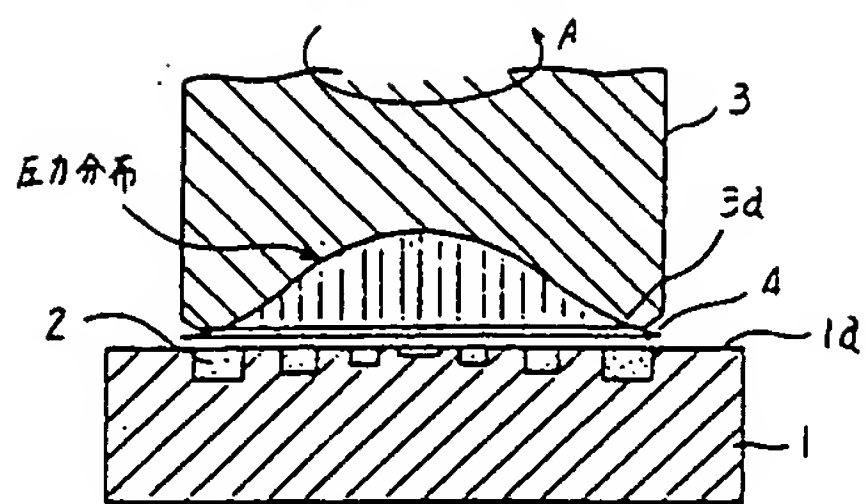


第2図

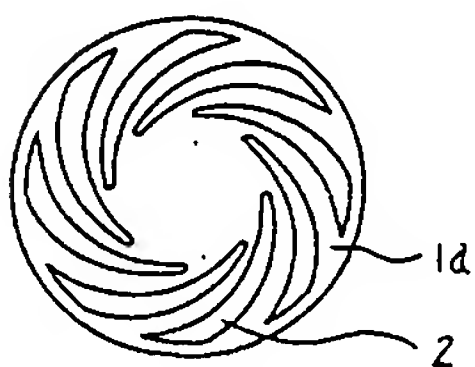


1…スラスト軸受
1a…すべり面
2…動圧発生溝

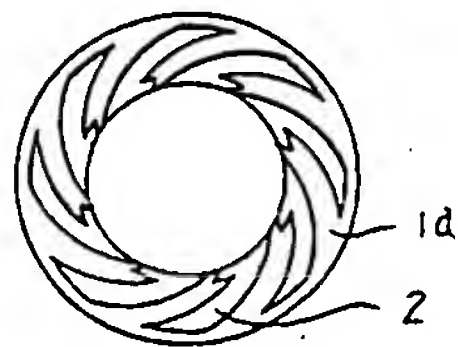
第 3 図



第 4 図

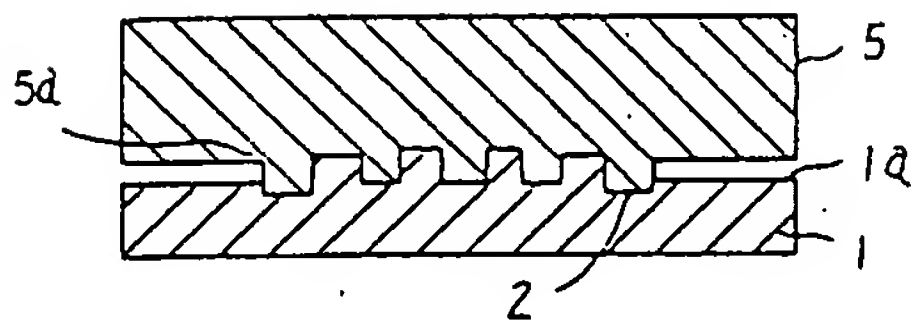


第 5 図

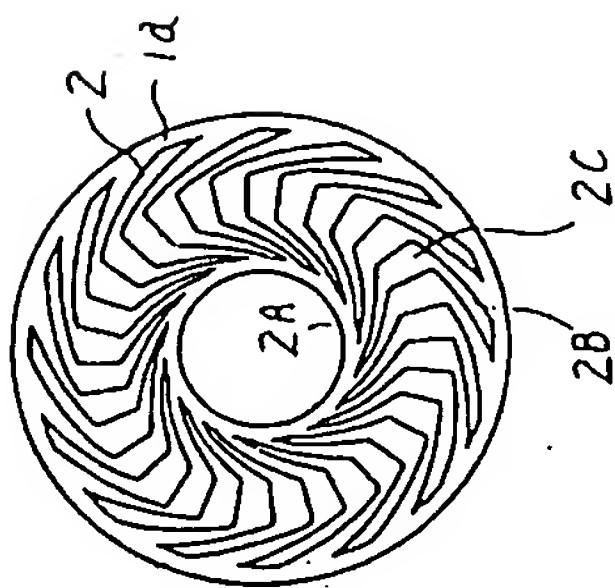


1d...リブ面
3...軸
4...流体膜

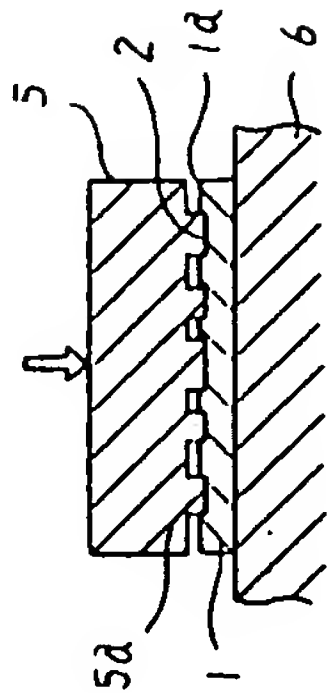
第 9 図



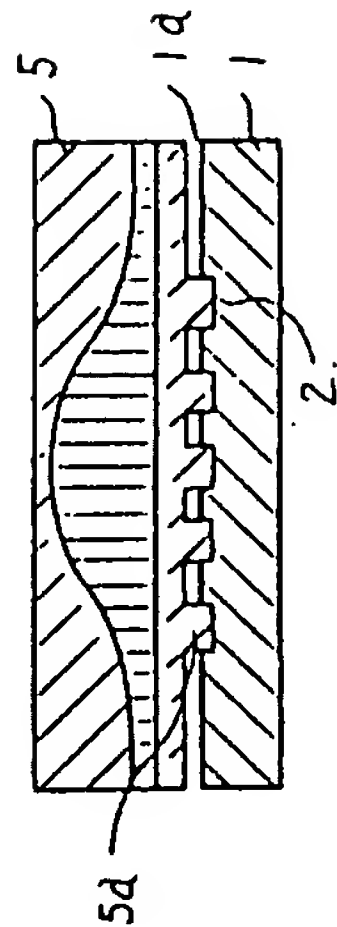
第 6 図



第 7 図



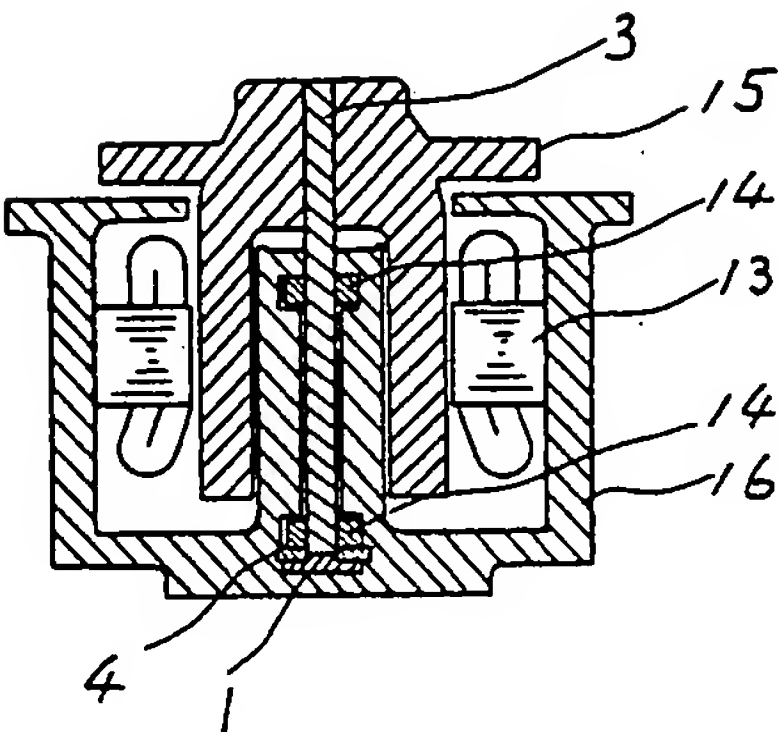
第 8 図



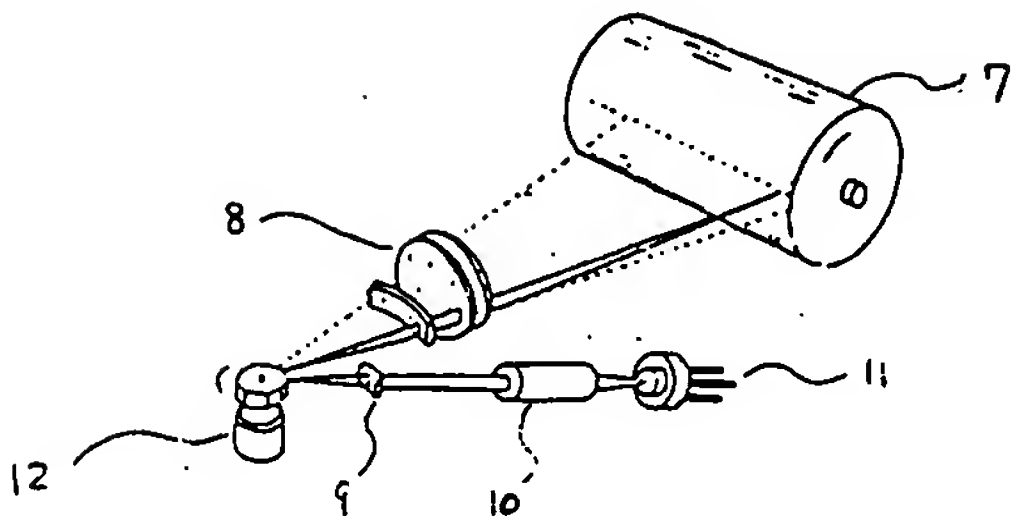
1d...リブ面
2...動圧発生層
5...金型
5d...金型凸部
6...台座

図面の浄書(内容に変更なし)

第 11 図

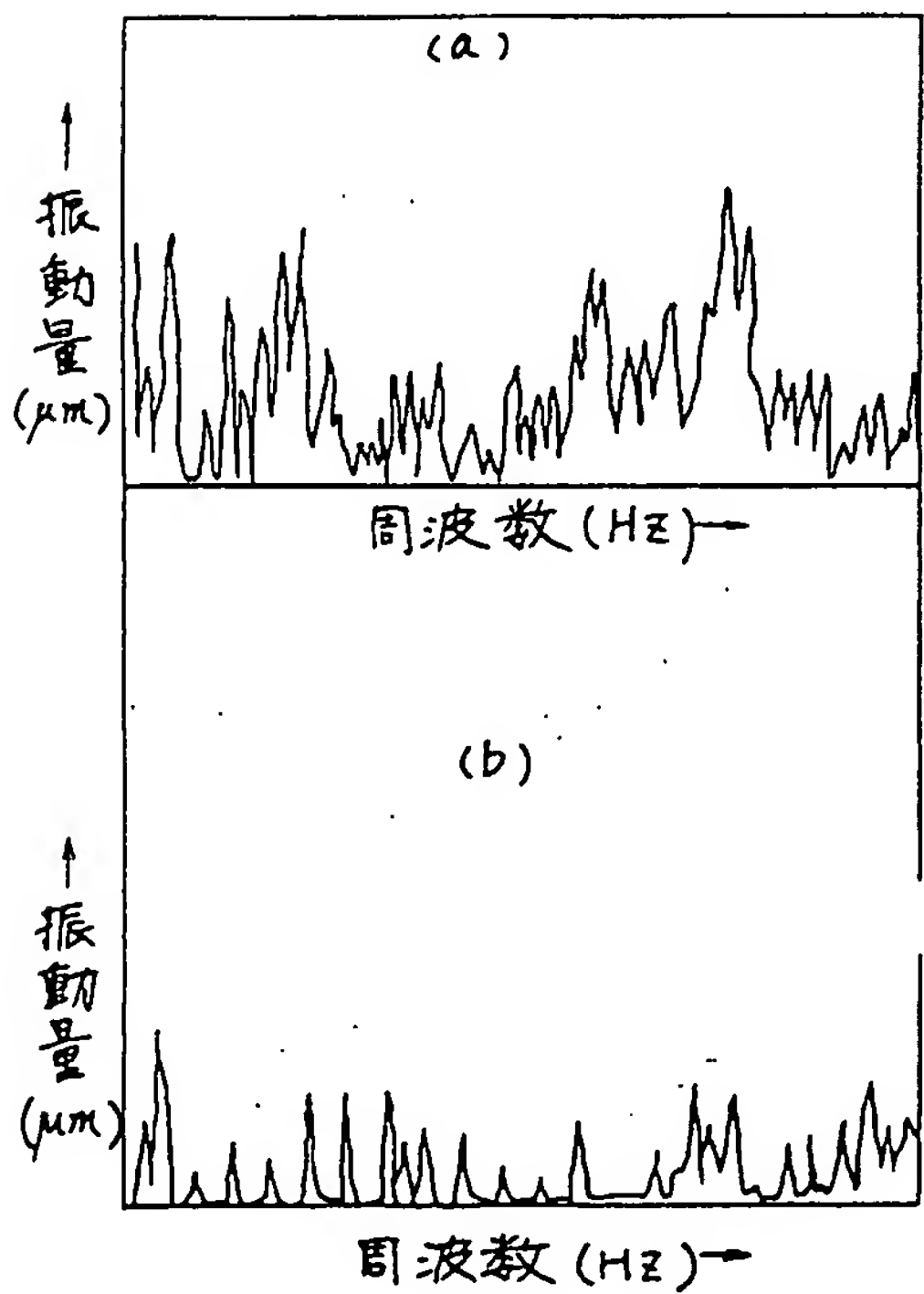


第 10 図

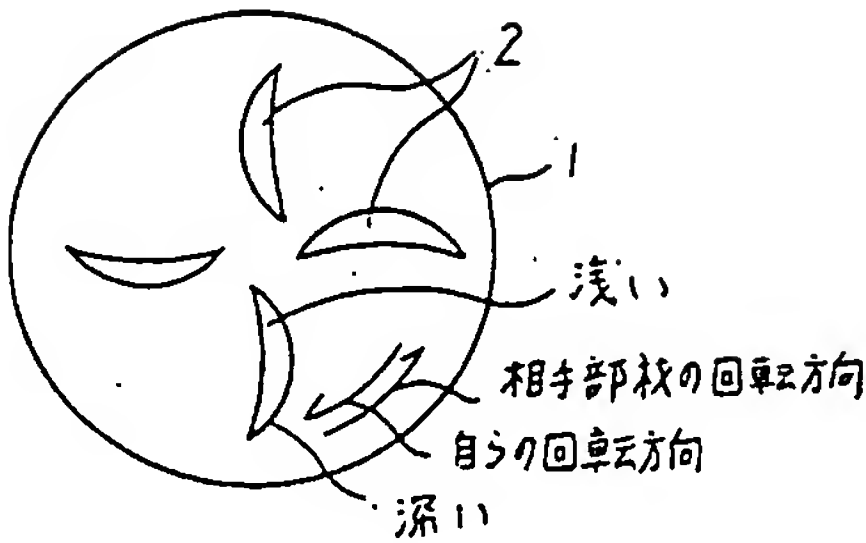


図面の浄書(内容に変更なし)

第 12 図

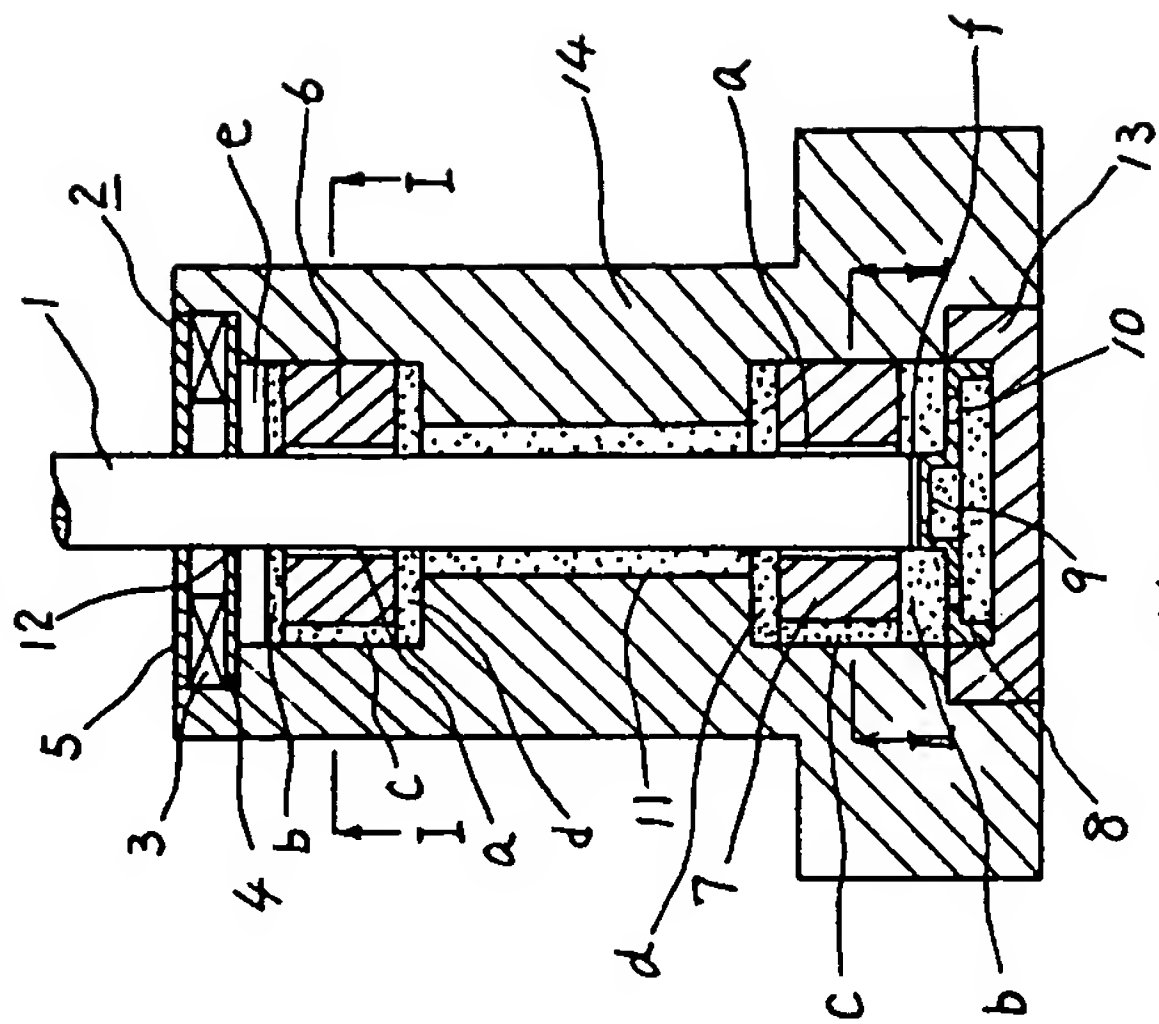


第 13 図

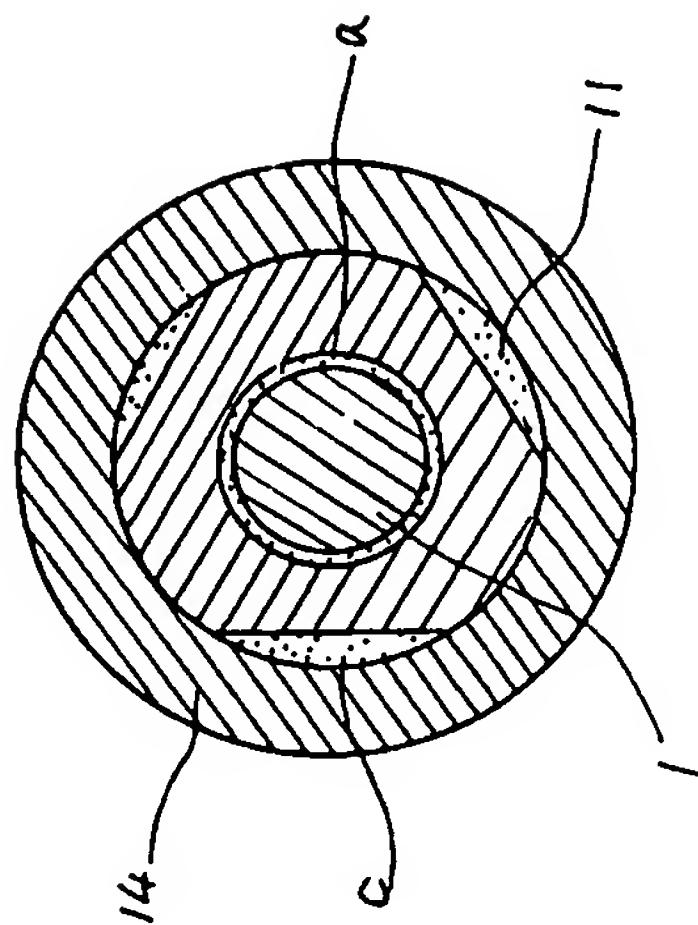


図面の浄化(内容に変更なし)

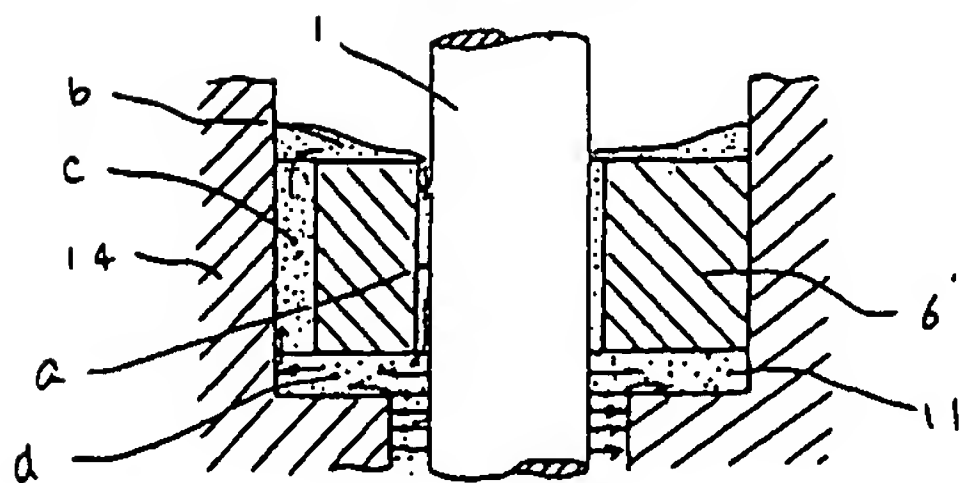
第14図



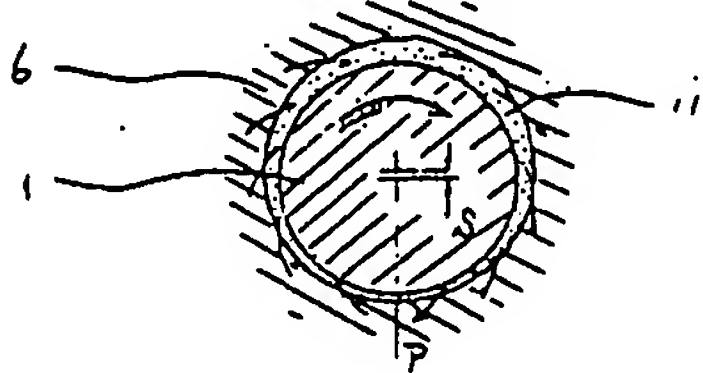
第15図



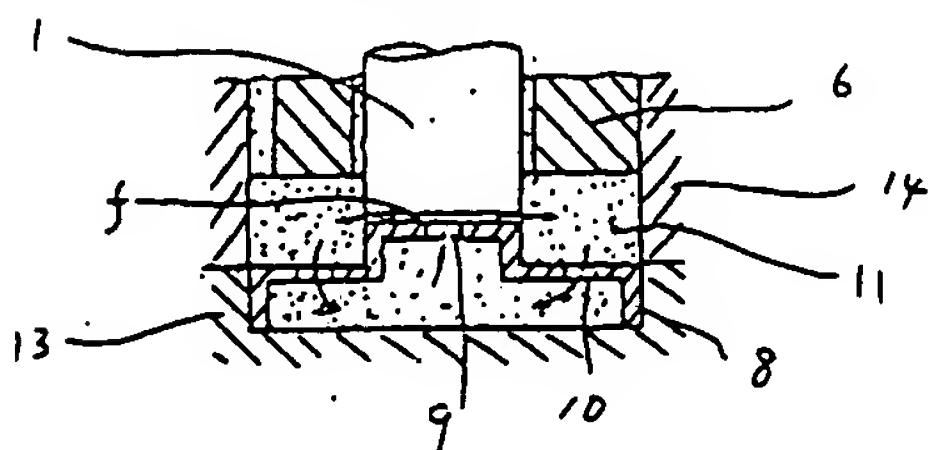
第16図



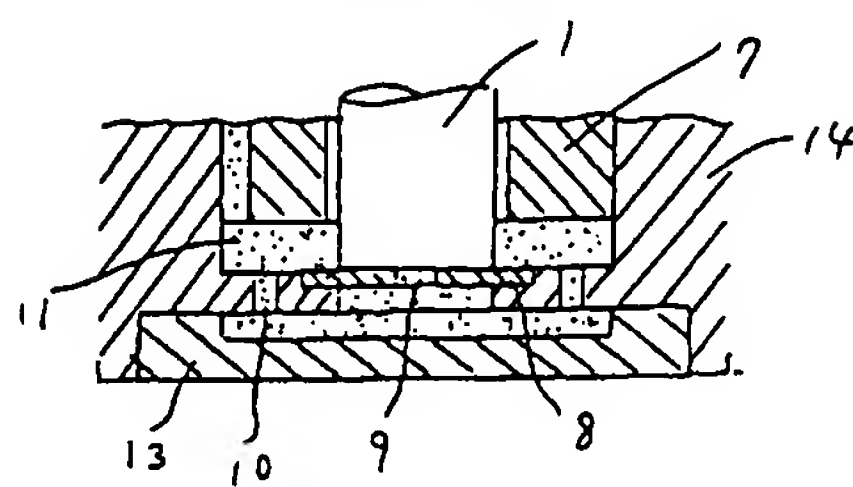
第17図



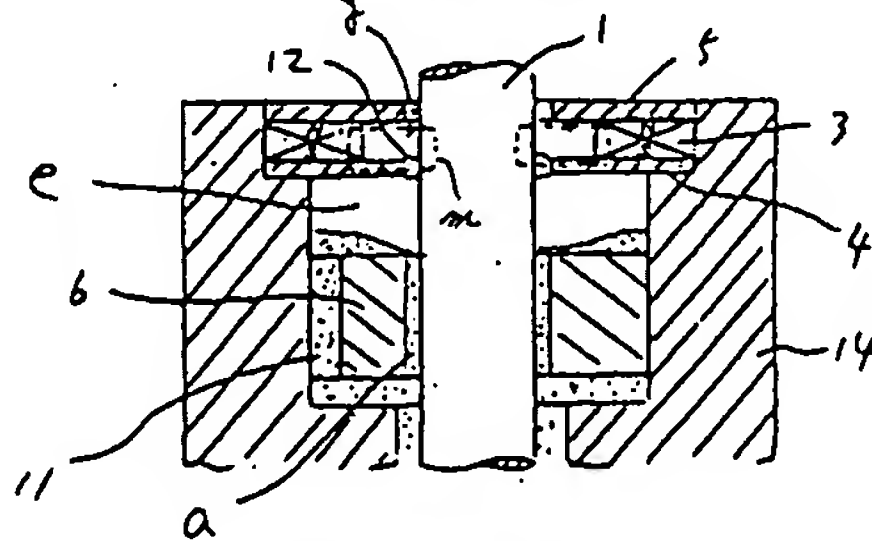
第18図



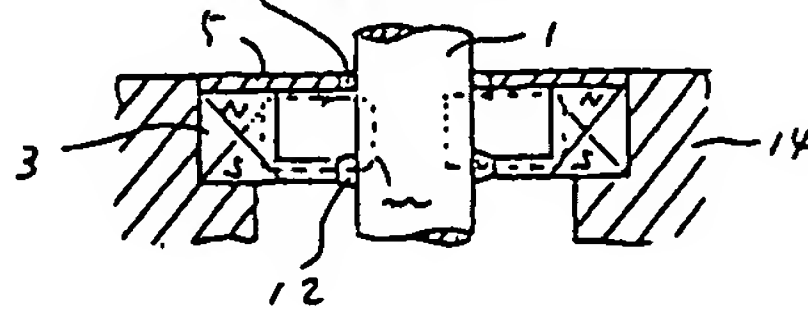
第19図



第20図

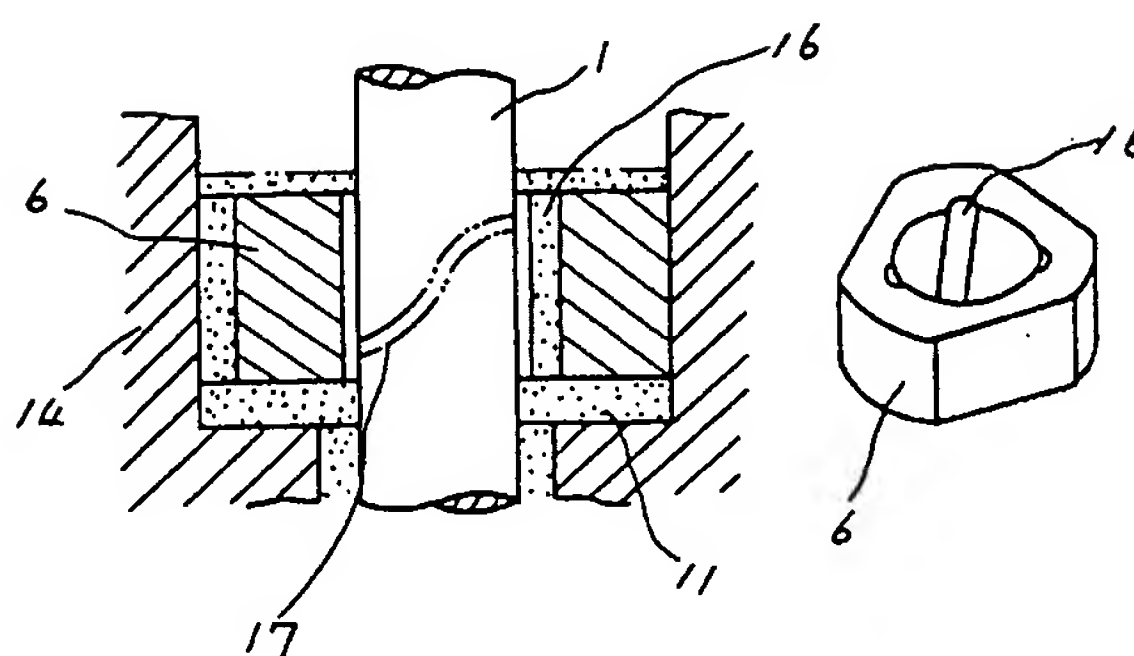


第21図



図面の浄書(内容に変更なし)

第 22 図



第 1 頁の続き

⑦発明者	松 林	純	茨城県日立市東多賀町 1 丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作 所多賀工場内
⑧発明者	酒 井	和 夫	茨城県土浦市神立町 502 番地 株式会社日立製作所機械研 究所内

手続補正書 (方式)

平成 5 年 5 月 24 日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

平成 1 年 特許願 第 1320 号

2. 発明の名称 軸受装置とその製法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 (510) 株式会社 日立製作所

4. 代理人

居所 〒100 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

株式会社 日立製作所内

電話東京 212-1111 (大代表)

氏名 (6850) 弁理士 小川 勝 男

5. 補正命令の日付 平成 1 年 4 月 25 日 (発送日)

6. 補正の対象 明細書の全文並びに図面。

7. 補正の内容

(1) 願書に最初に添付した明細書の浄書・別紙のとおり
(内容に変更なし)。

(2) 願書に最初に添付した図面の内、第11図、第12図、
第14図、第15図及び第22図の浄書・別紙のとおり
(内容に変更なし)。

方式
審査

